



GUÍA DE LA IALA

G1134

COLORES DE SUPERFICIE UTILIZADOS COMO SEÑALES VISUALES EN AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

Edición 1.0

Diciembre de 2017



Puertos del Estado





HISTORIAL DEL DOCUMENTO

Las revisiones realizadas a este documento de la IALA se anotarán en el siguiente cuadro antes de la puesta en circulación de un documento revisado.

Fecha	Detalles	Aprobación
Diciembre de 2017	1ª edición	Consejo 65

La revisión de la traducción de este documento ha sido realizada por el grupo de trabajo de Puertos del Estado en el que han participado:

*Luis Martínez (Autoridad Portuaria de Vigo);
Enrique Abati (Autoridad Portuaria de Marín);
Juan Manuel Vidal (Autoridad Portuaria de Gijón);
Carlos Calvo (Autoridad Portuaria de Santander);
Cristina García-Capelo (Autoridad Portuaria de Bilbao);
José Luis Núñez (Autoridad Portuaria de Pasajes);
Juan Antonio Torres (Autoridad Portuaria de Huelva);*

*Septimio Andrés (Autoridad Portuaria de Sevilla);
Germán Gamarro (Autoridad Portuaria de Algeciras);
Santiago Tortosa (Autoridad Portuaria de Ceuta);
Jaime Arenas (Autoridad Portuaria de Baleares);
Antonio Cebrián y Guillermo Segador (Autoridad Portuaria de Barcelona);
José Carlos Díez (Puertos del Estado).*

Coordinación de la edición en español y edición final:

José Carlos Díez (Puertos del Estado)

NOTA: Puertos del Estado no se responsabiliza de los errores de interpretación que puedan producirse por terceros en el uso del contenido de este documento, que corresponde a una traducción del documento original de la Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación Marítima y Autoridades de Faros (IALA) denominado según aparece en la carátula.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	5
2	ESPECIFICACIÓN Y MEDICIÓN DE COLORES	5
2.1	Iluminante normalizado	5
2.2	Geometría de medición	6
2.3	Observador patrón	6
2.4	Brillo de la superficie	6
2.5	Dispositivos de medición	6
2.5.1	Espectrofotometría – Mediciones absolutas	6
2.5.2	Colorimetría - Medición relativa	7
2.6	Fluorescencia	7
2.7	Consideraciones adicionales	8
3	CONSIDERACIONES SOBRE COLORES CONCRETOS	8
3.1	El rojo	8
3.2	El naranja	8
3.3	El amarillo y el blanco	9
3.4	El verde	9
3.5	El azul	9
3.6	El negro	9
4	DEGRADACIÓN DE PIGMENTOS	10
5	SÍMBOLOS Y CARACTERES ALFANUMÉRICOS	10
6	COLORES DE MATERIALES RETRORREFLECTANTES	10
7	COLECCIONES DE COLORES	11
7.1	Colección clásica RAL de colores	11
7.1.1	Colores ordinarios	11
7.1.2	Colores fluorescentes	12
7.2	Números de colores del Sistema Recomendado de Colores Naturales (NCS)	12
8	DEFINICIONES	12
9	ACRÓNIMOS	13
10	REFERENCIAS	13

Índice de tablas

<i>Tabla 1</i>	<i>Colores RAL que cumplen las especificaciones para colores ordinarios</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 2</i>	<i>Colores RAL que cumplen las especificaciones para colores fluorescentes</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 3</i>	<i>Colores NCS que cumplen las especificaciones para colores ordinarios</i>	<i>12</i>



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de figuras

<i>Figura 1</i>	<i>Componentes de un espectrofotómetro.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2</i>	<i>Componentes de un colorímetro</i>	<i>7</i>



1 INTRODUCCIÓN

Un color de superficie es aquel que se percibe como perteneciente a una superficie. El color de una superficie ordinaria, tal como una pintura ordinaria sobre un material de plástico opaco, es el tipo más común de color de superficie y se conoce como un color **ordinario**. Otras clases de colores incluyen los colores **fluorescentes** (o luminiscentes), los colores **transiluminados** (por ejemplo, los colores de los paneles iluminados por el interior) y los colores de materiales **retroreflectantes**.

Un color de superficie puede especificarse en términos de su cromaticidad y su factor de luminancia. Las coordenadas cromáticas, que se pueden marcar en un diagrama cromático, definen la cromaticidad, y el factor de luminancia es una medida de la luminosidad del color con respecto a una superficie difusora de color blanco bajo la misma iluminación. Ya que se tiene que realizar una especificación con respecto a algún tipo de iluminación, la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) ha definido con precisión varios iluminantes normalizados. Los resultados de la medición de un color pueden depender, de manera significativa, del grado de brillo en la superficie y, por lo tanto, la CIE también ha recomendado varias geometrías de iluminación y medición.

Cabe la posibilidad de que la medición de dos colores diera como resultado la misma cromaticidad bajo un mismo iluminante, pero dará cromaticidades distintas bajo un iluminante diferente. Este fenómeno se conoce como el metamerismo, y su efecto puede llegar a ser muy significativo. Por consiguiente, es aconsejable controlar que el aspecto de un color de señalización permanezca relativamente constante bajo los diferentes tipos de iluminación en que se supone se verá.

Un color de superficie suele verse en relación con otros colores de superficie y la percepción del color puede verse influida, de manera muy marcada, por la presencia de los otros colores. Por lo tanto, siempre se debe controlar el aspecto del color de señalización entre los colores que lo rodean, especialmente desde la distancia.

La degradación de los colores de superficie es habitual con el uso y debe tenerse cuidado para que los colores de señalización siempre cumplan sus especificaciones. Habrá que prestar particular atención a los colores fluorescentes, ya que, si no están provistos de superficies especiales de protección, podrían sufrir cambios rápidos de cromaticidad y del factor de luminancia cuando se exponen a la radiación y el desgaste. Se recomienda realizar inspecciones frecuentes de los colores fluorescentes hasta que se haya averiguado la vida útil en cada situación concreta en la que se utilicen estos colores. Si se eligen colores fluorescentes y no fluorescentes para su uso conjunto, debe tenerse especial cuidado, ya que sus diferentes grados de deterioro pueden dar lugar a diferencias de cromaticidad.

2 ESPECIFICACIÓN Y MEDICIÓN DE COLORES

Las recomendaciones contenidas en este documento se basan principalmente en los trabajos experimentales sobre el reconocimiento y la denominación de colores, pero también se han tenido en cuenta la práctica común y las limitaciones de los materiales. El método para especificar los colores cumple las recomendaciones del CIE. Los límites recomendados de la cromaticidad de un color se especifican mediante los límites que delimitan una zona cromática en el diagrama cromático de la CIE, que se puede encontrar en la Recomendación R0108(E-108) - Colores de superficie utilizados señales visuales en ayudas a la navegación marítima.

El factor de luminancia β y las coordenadas cromáticas x , y dependen en gran medida del principio de medición y de la estructura, textura, brillo, patrón, etc. de la superficie. Para garantizar que sea precisa y repetible la medición del color, son necesarias varias especificaciones. Se afirma que sólo serán válidas las zonas cromáticas y los límites del factor de luminancia cuando se cumplan las siguientes especificaciones.

2.1 ILUMINANTE NORMALIZADO

El iluminante normalizado especificado para la medición de un color es D65, que representa una fase típica de la luz diurna y tiene una temperatura cromática correlacionada de aproximadamente 6.500 Kelvin. Es una

tabulación de valores a través y más allá del espectro visible y no existe como una fuente luminosa real, aunque se puede lograr una aproximación bastante cercana a él. En las **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 3 y 4, se muestra la cromaticidad del iluminante normalizado D65 (el punto iluminante).

2.2 GEOMETRÍA DE MEDICIÓN

Para tener en cuenta los efectos de la superficie de color, se emplea una geometría de 45°anular/normal (45/0) para las mediciones. El informe n.º 15 de la CIE (apartado 5.1.2) [3] también enfatiza esta geometría. Una geometría 45° / normal (45/0) significa que se debe iluminar el color a un ángulo de 45° al normal de la superficie desde todas las direcciones azimutales y que el color se debe medir en la dirección del normal. La medición con una geometría normal / 45° suele producir un resultado idéntico.

2.3 OBSERVADOR PATRÓN

El observador estándar de 2 grados (CIE n.º 15, apartado 6.1) se emplea para grandes distancias de observación y, sobre todo, para tener en consideración los atributos del ojo humano; ésta es la zona con la mayor densidad de conos y, por tanto, relevante para la percepción del color. El observador estándar de 2° cubre los objetivos para su aplicación en las ayudas a la navegación.

2.4 BRILLO DE LA SUPERFICIE

Una superficie brillante produce un color saturado, mientras que una superficie acabada en mate tiene una saturación pobre, incluso cuando ambas superficies se basan en el mismo pigmento de color.

Por consiguiente, las zonas cromáticas recomendadas por la IALA sólo se pueden lograr con una superficie con suficiente brillo. Se recomienda, por lo tanto, emplear colores brillantes en ayudas a la navegación.

2.5 DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN

Existen dos métodos para medir los colores de superficie.

2.5.1 ESPECTROFOTOMETRÍA – MEDICIONES ABSOLUTAS

Un espectrofotómetro mide la cantidad de energía de la luz reflejada desde un objeto a varios intervalos a lo largo del espectro visible. Consta de cuatro partes principales: la fuente luminosa (una aproximación al iluminante normalizado, habitualmente una fuente luminosa de xenón), la muestra (el color de superficie), el detector y la salida (una pantalla o un PC conectado a través de software), tal y como se indica en la Figura 1. Los datos espectrales se representan como una curva de reflectancia espectral y se pueden ponderar con un iluminante normalizado y un observador patrón.

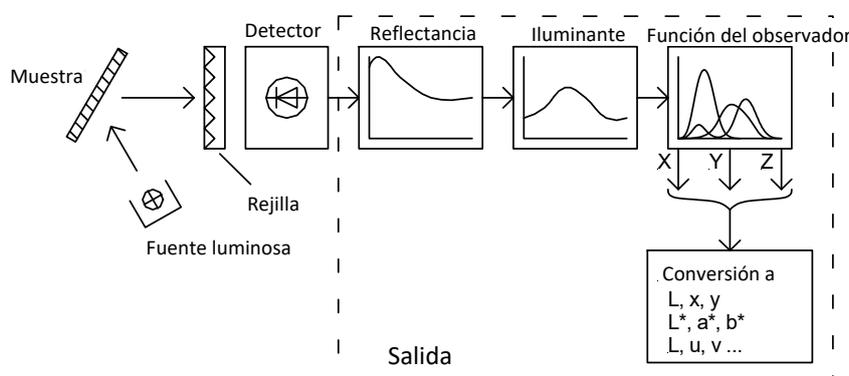


Figura 1 *Componentes de un espectrofotómetro*

2.5.1.1 Espectrofotómetro con dispositivos acoplados por carga (CCD)

Un dispositivo acoplado por carga, o CCD (del inglés, *Charge-Coupled Device*), es un tipo de sensor de imágenes que detecta la luz. Es un circuito integrado formado por una serie de receptores sensibles a la luz conectados/acoplados. Los receptores sensibles a la luz detectan la intensidad de la luz recibida y la convierten en una señal eléctrica. El detector CCD corresponde al rango de longitudes de onda en un espectrofotómetro. Cada píxel en el CCD representa una longitud de onda específica de luz, y cuantos más fotones se absorban, mayor será la señal eléctrica generada. Consecuentemente, la señal eléctrica de salida producida por el CCD en cada píxel es proporcional a la intensidad luminosa en cada longitud de onda correspondiente. La salida resultante es una curva de reflectancia, que puede ponderarse contra un iluminante y un observador. A continuación, se podrán realizar conversiones adicionales a unidades alternativas.

Este tipo de instrumento se utiliza a menudo para realizar mediciones *in situ* (en el exterior). Sin embargo, existen algunas limitaciones en cuanto a la precisión de la longitud de onda (< 10 nm).

2.5.1.2 Monocromador de escaneo

Un monocromador de escaneo utiliza una red de difracción que da “pasos” a lo largo del espectro visual para aislar las longitudes de onda individuales (1 - 5 nm). En general, estos instrumentos son bastante grandes y pesados y están más indicados para realizar mediciones en el laboratorio debido al tiempo que tardan en realizar la medición. No obstante, son muy precisos (~ 1 nm).

2.5.2 COLORIMETRÍA - MEDICIÓN RELATIVA

Tal y como se muestra en la Figura 2, los colorímetros son dispositivos de triple estímulo (de tres filtros) que hacen uso de filtros rojos, verdes y azules para emular la respuesta del ojo humano a la luz y el color. Debido a las imperfecciones de los filtros y a que no se registra la reflectancia espectral de la muestra, los colorímetros de triple estímulo no son adecuados para evaluar los requisitos de la IALA sobre los colores de superficie.

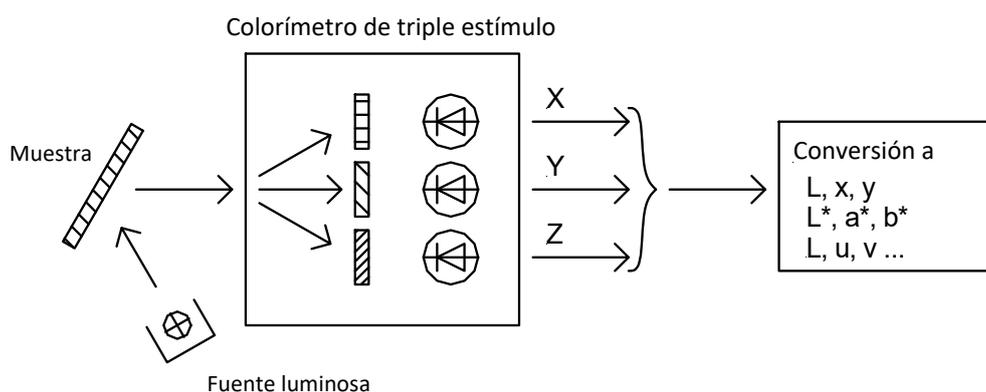


Figura 2 Componentes de un colorímetro

Sin embargo, los colorímetros utilizados como metros para medir diferencias de color sí que proporcionan unos resultados razonables.

2.6 FLUORESCENCIA

La fluorescencia es el proceso en que la radiación electromagnética de una longitud de onda se absorbe y vuelve a irradiarse a otra longitud de onda. En ocasiones, un material fluorescente absorberá la luz no visible y la emitirá como luz visible. La fluorescencia y la reflectancia ordinaria de la radiación tienen lugar simultáneamente y a las mismas longitudes de onda. Cuando se mide el color de una muestra fluorescente, se añade la luz fluorescente a la luz reflejada a esas longitudes de onda y, por lo tanto, la reflectancia puede superar el 100%. La aportación UV de la luz de referencia del instrumento de medición no suele incluirse y puede variar de un instrumento a otro. Sin embargo, los instrumentos que utilizan una fuente luminosa de xenón como luz de referencia pueden dar una aproximación a los valores UV de la luz diurna.



La zona cromática recomendada para cada color fluorescente es idéntica a la zona que corresponde al color ordinario. Debe medirse el color de un material fluorescente junto con cualquier superficie de protección que se suele utilizar con dicho material.

2.7 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Los límites de una zona cromática y las restricciones que podrían ser de aplicación al factor de luminancia correspondiente se pueden denominar conjuntamente como los límites cromáticos de un color. Los límites cromáticos recomendados son valores extremos, que no deben traspasarse (salvo lo mencionado en los apartados 3.1, 3.4, 3.5 y 3.6). Se podrán definir límites más restrictivos de acuerdo con las necesidades particulares; incluso podrían ser convenientes si tienen que evitarse diferencias importantes de aspecto, relativas a la cromaticidad o el factor de luminancia, entre los colores de señalización empleados en un sistema de señalización. Además, los límites cromáticos recomendados para un color deben ser de aplicación a lo largo de su vida útil, por lo que puede ser necesario examinar su estado cada cierto tiempo.

Salvo el límite morado del color rojo, se debe tomar nota de que las especificaciones no se han diseñado para asistir a personas con visión del color severamente defectuosa, la mayoría de las cuales tendrá gran dificultad en diferenciar entre el rojo y el verde.

3 CONSIDERACIONES SOBRE COLORES CONCRETOS

3.1 EL ROJO

En el Cuadro 1, se especifica un valor mínimo de 0,07 para el factor de luminancia del rojo ordinario, pero se pueden lograr valores significativamente mayores y, en la mayoría de las circunstancias, hay que mantener un valor mayor a 0,10.

La zona cromática del rojo, que es idéntica tanto para el color ordinario como para el fluorescente, se ha definido para conseguir una probabilidad muy alta para el correcto reconocimiento del color, y debería resultar factible tanto para los rojos ordinarios con superficies brillantes, como para los rojos fluorescentes. Sin embargo, si sus superficies son mate, o incluso semi mate, existe una duda sobre si los diferentes tipos de materiales aptos para el servicio siempre se podrán fabricar de acuerdo con la restricción impuesta por el límite blanco de la zona cromática del rojo ordinario. Además, si se produce una pérdida considerable del brillo, aún no se sabe con certeza si los materiales aptos para el servicio con superficies brillantes, cuando son nuevos, se podrán fabricar para que su cumplimiento abarque una vida útil razonable. Por lo tanto, se propone que la zona cromática del rojo ordinario se pueda ampliar la zona cromática del rojo ordinario a un nuevo límite revisado con el blanco de $y = 0,840 - x$, pero sólo para materiales con superficies acabadas en mate o semi mate. A no ser que sea necesaria, no debe utilizarse esta disposición para los colores ordinarios del rojo, y sólo con el entendimiento de que se reducirá, de forma significativa, la probabilidad del correcto reconocimiento del color. No se espera que surja el problema mencionado en este apartado con respecto a alguno de los otros colores cromáticos.

3.2 EL NARANJA

Normalmente, la probabilidad de reconocimiento correcto del naranja no es tan alta como la del rojo o el amarillo; además, cuando los colores subtienden ángulos visuales muy reducidos, es muy probable que se confundan tanto el naranja con el amarillo como el naranja con el rojo. Por consiguiente, a la hora de considerar los colores de señalización que tienen que reconocerse desde la distancia, el color naranja no aporta un color adicional satisfactorio a un sistema que incluya el rojo y el amarillo. Si el naranja se excluye por completo de un sistema de colores de señalización para ayudas a la navegación, los límites de tono colindantes del rojo y el amarillo deben permanecer tal y como se recomiendan en los cuadros, porque, de lo contrario, no se podrá realizar la correcta identificación, incluso a distancias cortas, y los colores no presentarán un aspecto razonablemente consistente en todo el mundo.



No obstante, el naranja es quizá el mejor color ordinario para obtener conspicuidad contra el mar y es preferible reservarlo para aquellos objetos cuya detección en el agua es más importante que el reconocimiento de sus colores. Los objetos que merecen esta consideración son los artículos de equipos de emergencia, tales como los chalecos y las balsas salvavidas. Se obtendrá el más alto grado de conspicuidad con los colores fluorescentes y, en algunas situaciones, podrá emplearse un color fluorescente rojo anaranjado, que será más conspicuo que el naranja fluorescente, pero es improbable que el rojo anaranjado fluorescente se perciba como distinto al rojo fluorescente.

3.3 EL AMARILLO Y EL BLANCO

La diferenciación entre el amarillo y el blanco no es posible cuando subtenden ángulos visuales muy reducidos, por lo que no deben considerarse como colores distintos, salvo para observaciones cercanas. En particular, no sería aconsejable fomentar cualquier circunstancia que pudiera necesitar la diferenciación inequívoca, ya sea de día o de noche, entre el amarillo y el blanco en materiales retrorreflectantes.

En el mar, suele ser baja la probabilidad de reconocer, o incluso detectar, el blanco por sí sólo.

3.4 EL VERDE

Como color ordinario, el verde no suele verse bien en el mar. Sin embargo, se pueden conseguir colores de verde fluorescente con purezas excepcionalmente altas y, en la mayoría de las condiciones, éstos serán mucho más reconocibles.

Si es necesario tener el verde como color de fondo en una señal que lleva símbolos o caracteres alfanuméricos, podría ser conveniente emplear un color oscuro especial como, por ejemplo, uno con un valor del factor de luminancia por debajo del valor mínimo recomendado en el Cuadro 1. En el límite azul del color verde, cabe la posibilidad de confundir el verde con el azul. Para evitarlo, la IALA ha introducido una zona verde recomendada, que se muestra en el gráfico de zonas cromáticas y en los cuadros asociados.

3.5 EL AZUL

En vías navegables interiores, así como en estuarios y puertos, donde los colores pueden verse de cerca, el azul puede resultar muy útil como un color de señalización; pero a distancia, particularmente en el mar, es poco probable que se reconozca con facilidad.

Aunque el valor recomendado para el factor mínimo de luminancia en el Cuadro 1 sea 0,07, se pueden conseguir valores bastante mayores y, si el azul tiene que verse por sí solo, deben ser obligatorios siempre y cuando sea posible.

Si es necesario tener el azul como color de fondo en señales que llevan símbolos o caracteres alfanuméricos, podría ser conveniente emplear un color oscuro especial; es decir, uno con un valor del factor de luminancia por debajo del valor mínimo recomendado en el Cuadro 1. En tales circunstancias, se podría considerar un valor tan bajo como el 0,05 para dicho azul especial, que, de todos modos, debe tener la cromaticidad de acuerdo con la especificación para el azul ordinario, y nunca debe emplearse por sí sólo como color de señalización en ningún lugar.

3.6 EL NEGRO

Si las superficies son brillantes, se recomienda un valor de 0,03 para el factor de luminancia del negro ordinario, tal y como se especifica en el Cuadro 1, pero si las superficies son mate o semi mate, entonces podría ser necesario permitir un valor máximo del 0,04, aunque se reduzca la probabilidad de reconocimiento correcto.



4 DEGRADACIÓN DE PIGMENTOS

También se tiene que reconocer que, tan pronto como una superficie de color se exponga a la atmósfera, comenzará a desvanecerse el color. Esto se debe a la degradación de los pigmentos y colorantes en la luz solar, el deterioro de la película brillante de la superficie y la producción de partículas de color claro debido al deterioro de la superficie de color. Los colores luminosos (particularmente los colores fluorescentes) se degradan con mayor rapidez, mientras que los colores más oscuros duran más tiempo.

Las superficies de color en boyas y otras estructuras cercanas al agua también se ven afectadas por depósitos de sal, incrustaciones marinas y excrementos de aves. La retención efectiva del color dependerá de la limpieza de mantenimiento regular, que se verá facilitada por el uso de una pintura con una superficie dura y de alto brillo.

Es importante recordar que los colores de las señales tienen que ser claramente reconocibles bajo las condiciones en que los navegantes los avistarán. La percepción de un color variará según las condiciones ambientales de luz, el color del fondo contra el cual se observa el color y el acabado de la superficie del mismo (el brillo en el caso de un acabado de pintura).

Para que se reconozcan con facilidad, los colores deben tener un contraste suficiente con el fondo local y el color del agua. Se debe utilizar un color verde oscuro en boyas ubicadas en vías interiores de navegación, donde se ven contra un fondo predominante de verde claro. Por ejemplo, en países nórdicos, los colores claros se ven con mayor facilidad a la caída del sol y también contra la luminancia de fondo.

En los últimos años, las regulaciones sobre la seguridad e higiene en el trabajo han prohibido el uso de muchos pigmentos tradicionales y cabe la posibilidad de que las alternativas no gocen de la misma estabilidad a largo plazo que los empleados en el pasado.

5 SÍMBOLOS Y CARACTERES ALFANUMÉRICOS

Una buena legibilidad requiere que los símbolos y caracteres alfanuméricos tengan siempre un buen contraste con los colores contra los cuales se ven. Un contraste de factores de luminancia suele aportar mayores ventajas que uno entre tonos, y se debe conseguir que la ratio de los factores de luminancia sea lo más amplia posible. Por lo tanto, el negro debe aplicarse sobre el amarillo, y, en general, el blanco debe emplearse sobre el rojo, el verde o el azul. No obstante, si los factores de luminancia del rojo o el verde son particularmente altos, como puede ser el caso si estos colores son fluorescentes, entonces es posible que resulte más satisfactorio un contraste con el negro. En ocasiones, puede que se vea con más claridad un símbolo o un carácter alfanumérico si se perfila con un color que ofrezca un buen contraste o si se presenta sobre un panel de distinto color que ofrezca un buen contraste.

6 COLORES DE MATERIALES RETRORREFLECTANTES

Si los colores se tienen que definir con precisión para los fines del presente documento, se requieren dos especificaciones en el caso de los colores de los materiales retrorreflectantes. Dichas especificaciones deben definir los colores para las condiciones de iluminación sean representativas de las que se presentan, tanto de día como de noche. Con respecto a este documento, una especificación de los colores para las condiciones nocturnas es, sin lugar a duda, la más útil, pero los métodos de medición no se han resuelto aún a escala internacional. La CIE ha llevado a cabo una especificación de los colores para las condiciones diurnas. Un problema concreto con una especificación para condiciones diurnas está relacionado con la geometría de medición y los límites de los factores de luminancia. La Recomendación R0106(E-106) de la IALA - La utilización de los materiales retrorreflectantes en marcas de ayuda a la navegación dentro del Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA hace referencia a dicho problema [4].



7 COLECCIONES DE COLORES

Esta guía utiliza el Sistema Colorimétrico Normalizado de la CIE 1931 [1] para especificar los rangos de colores mediante su cromaticidad y factores de luminancia, lo que aporta un método científicamente correcto para definir el color. Aunque esté bien establecido el uso de la cromaticidad y el factor de luminancia, existen motivos prácticos para elegir diferentes métodos para describir un color. Uno de esos motivos es que los fabricantes de pinturas trabajan con más facilidad empleando colecciones de colores.

Una colección contiene un número de colores y los designa un nombre. Detrás de las colecciones hay un procedimiento exacto para reproducir los colores de superficie.

A menudo se puede obtener una muestra de colores para cada color de una colección de colores y se puede utilizar para comparar el color de una superficie con la muestra. Sin embargo, éste es un método subjetivo y sólo debe emplearse bajo la luz natural para dar una indicación de cómo se encuentra un color con respecto a su estado original. Cuando no se estén utilizando, dichas muestras se deben almacenar en la oscuridad.

La utilización de una colección de colores simplifica la definición de un color y produce un cierto número de colores que se encuentran dentro de las regiones cromáticas. No obstante, debido a la enorme influencia del brillo en la saturación del color, es posible que no haya una única coordenada de cromaticidad para cada color.

Se emplean distintos tipos de colores en función de las circunstancias locales de diferentes partes del mundo. Algunos países utilizan colores más oscuros debido a fondos claros; otros necesitan colores más claros a la caída del sol para que sea más visible el objeto.

7.1 COLECCIÓN CLÁSICA RAL DE COLORES

Se pueden conseguir las zonas de la IALA con la Colección Clásica RAL de Colores para tonos brillantes de color RAL 841-GL [5].

Los números que figuran a continuación son un subconjunto de la colección RAL. Se eligieron para garantizar una gran distancia de reconocimiento y una buena conspicuidad y, por consiguiente, los colores tienen una saturación y un factor de luminancia altos.

7.1.1 COLORES ORDINARIOS

Tabla 1 Colores RAL que cumplen las especificaciones para colores ordinarios

Número	Nombre	Factor β de Luminancia
RAL 3028	Rojo puro	> 13%
RAL 6037	Verde puro	> 15%
RAL 1023	Amarillo tráfico	> 50%
RAL 2008	Rojo anaranjado luminoso	> 25%
RAL 5019	Azul Capri	> 7%
RAL 9016	Blanco tráfico	> 80%
RAL 9017	Negro tráfico	< 1%

Existen otros colores RAL que cumplen las especificaciones, pero no son tan saturados como los que figuran en el Cuadro 5.



7.1.2 COLORES FLUORESCENTES

Tabla 2 Colores RAL que cumplen las especificaciones para colores fluorescentes

Número	Nombre	Luminancia factor β
RAL 3024	Rojo luminoso	> 25%
RAL 6038	Verde luminoso	> 25%

Para los colores naranja y amarillo fluorescente, no existen números RAL que cumplan las especificaciones de esta Recomendación.

7.2 NÚMEROS DE COLORES DEL SISTEMA RECOMENDADO DE COLORES NATURALES (NCS)

El NCS es un sistema que ayuda en la descripción de todos los colores concebibles (menos los colores fluorescentes o metálicos) [6].¹

Tabla 3 Colores NCS que cumplen las especificaciones para colores ordinarios

Código NCS	Nombre	Equivalente RAL
S 1085-Y80R	Rojo	--- ²
S 2070-G10Y	Verde	---
S 1080 Y	Amarillo	RAL 1023
S 0585-Y40R	Naranja	RAL 2008
S 4050-R90B	Azul	RAL 5019
S 0500-N	Blanco	RAL 9016
S 9000-N	Negro	RAL 9017

8 DEFINICIONES

Las definiciones de los términos empleados en esta guía de la IALA pueden encontrarse en el Diccionario internacional de ayudas a la navegación marítima (Diccionario de la IALA) en <http://www.iala-aism.org/wiki/dictionary> y se comprobaron como correctas en el momento de publicación. En el caso de un conflicto, el Diccionario de la IALA se considerará como la fuente autorizada para las definiciones empleadas en los documentos de la misma.

¹ Los colores NCS recomendados para el verde y el rojo no son equivalentes a los colores RAL recomendados.

² Los colores NCS recomendados para el verde y el rojo no son equivalentes a los colores RAL recomendados.



9 ACRÓNIMOS

CCD	(<i>Charge Coupled Device</i>) Dispositivo acoplado por carga
CIE	(<i>Commission Internationale de l'Eclairage</i>) Comisión Internacional de la Iluminación
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities - AISM
NCS	(<i>Natural Colour System</i>) Sistema de Colores Naturales - Suecia
nm	Nanómetro
RAL	(<i>Reichs-Ausschuß für Lieferbedingungen und Gütesicherung</i>) Sistema de colores RAL
UV	Ultravioleta (luz de 10-380 nanómetros)

10 REFERENCIAS

- [1] El Sistema Colorimétrico Normalizado de la CIE 1931 se ha convertido una norma conjunta ISO/CIE de Colorimetría ISO 11664-1 / CIE S014 (serie de normas).
- [2] CIE n.º 39.2 Recomendaciones sobre los colores de superficie para la señalización visual (2ª Edición), 1983.
- [3] CIE n.º 15, Informe Técnico: Colorimetría, 2004.
- [4] Recomendación R0106(E-106) (junio de 2017) de la IALA - La utilización de material retrorreflectante en marcas de ayuda a la navegación dentro del Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA.
- [5] Colecciones de colores RAL: www.ral-farben.de, RAL Gemeinnützige GmbH, St. Augustin, Alemania.
- [6] Sistema de Colores Naturales NSC: www.ncscolour.com, NCS Color AB, Estocolmo, Suecia.
- [7] *NCS Translation Key NCS RAL* (Leyenda de traducción NCS RAL), julio de 2007 (con traducción al inglés, francés, sueco y alemán).